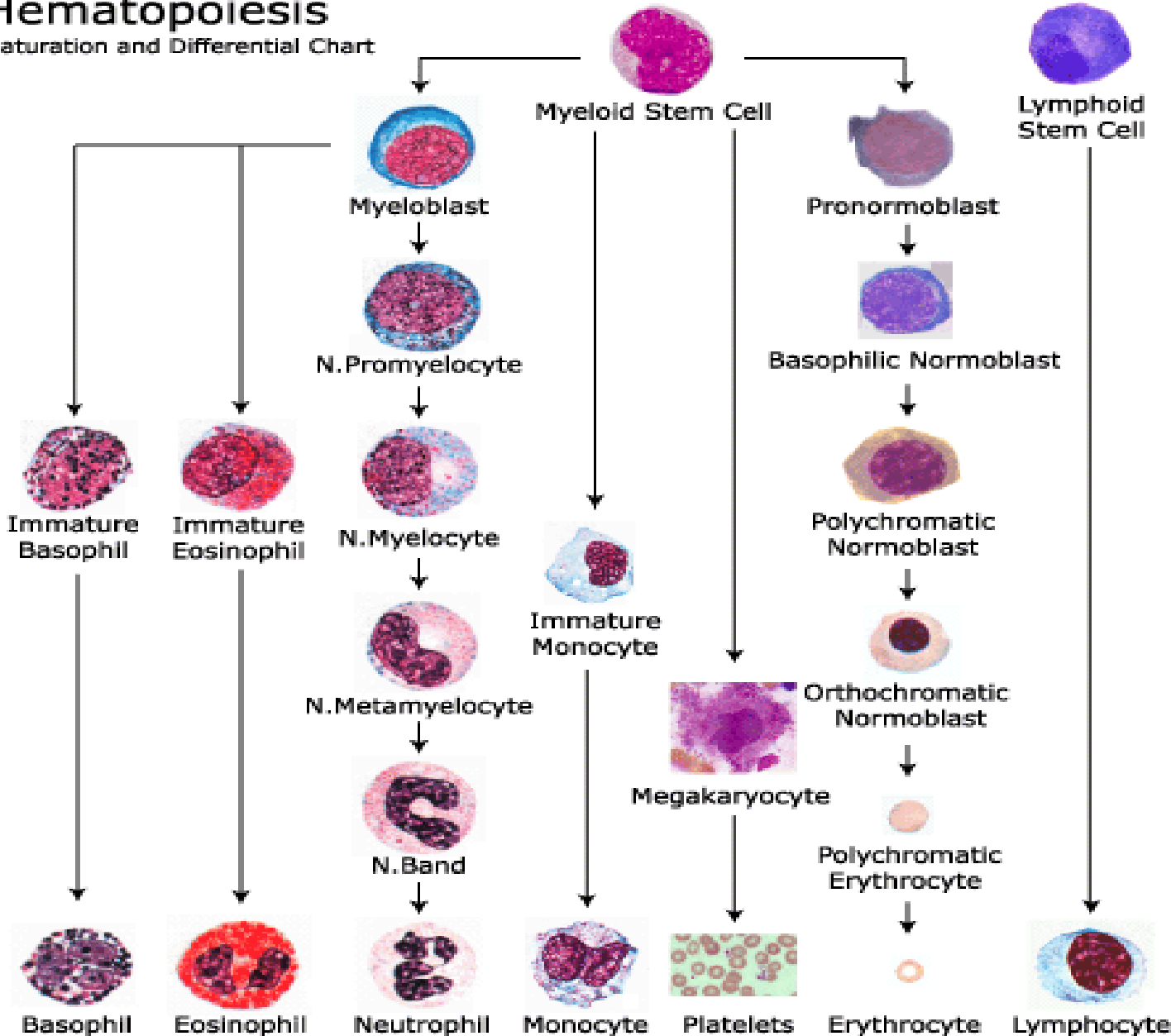


Morfologia dos eritrócitos

Profa. Alessandra Barone
Prof. Archangelo Fernandes
www.profbio.com.br

Hematopoiesis

Maturation and Differential Chart



Eritrócitos

- Elemento sanguíneo figurado que apresenta forma circular e bicôncava sendo dotado de grande flexibilidade devido ao arranjo de sua membrana.

Eritrócitos

- Elementos anucleados
 - Permanecem exercendo sua função após perda do núcleo
- Diâmetro variando entre 6 a 8 μ m
- Vida em média de 120 dias
 - Hemocaterese realizada por macrófagos esplênico e hepático

Eritrócitos

- São os elementos mais abundantes encontrados na corrente sanguínea
 - 4,5 a 6 milhões/mm³ (♂);
 - 4 a 5,5 milhões/mm³ (♀).
- Principal função:
 - Transporte de gases – oxigênio e CO²

Eritrócitos

- O equilíbrio entre eritopoese e hemocaterese mantém aproximadamente 5 milhões/mm³ de eritrócitos
- A contagem de reticulócito indica a atividade medular e a dosagem de urobilinogênio indica destruição do eritrócito

Membrana do eritrócito

- Composta por 52% de proteínas, 40% lipídeos e 8% de carboidratos
- Dupla camada de fosfolipídeo, intercalada por pontes colesterol e uma pequena quantidade de glicolipídeo (ceramida).
 - Fosfolipídeos: fosfatidilcolina, fosfatidilserina, fosfatidiletanolamina, esfingomiéline e lisofosfolipídeo.
 - Perdas de lipídeos são compensadas com a reposição via lipoproteínas, já que os eritrócitos não sintetizam lipídeos novos
- Elasticidade e viscosidade são características essenciais para deformação do eritrócito

Membrana do eritrócito

- Região externa
 - Presença de proteínas periféricas e glicolipídeos formadores dos antígenos eritrocitários.
- Região intramembrana
 - Presença de proteínas integrais ancoradas ao citoesqueleto

Membrana do eritrócito

- Permeabilidade da membrana
 - Presença de canais proteicos dependente e independente de energia
 - Permeabilidade a água e íons como HCO_3^- e Cl^- .

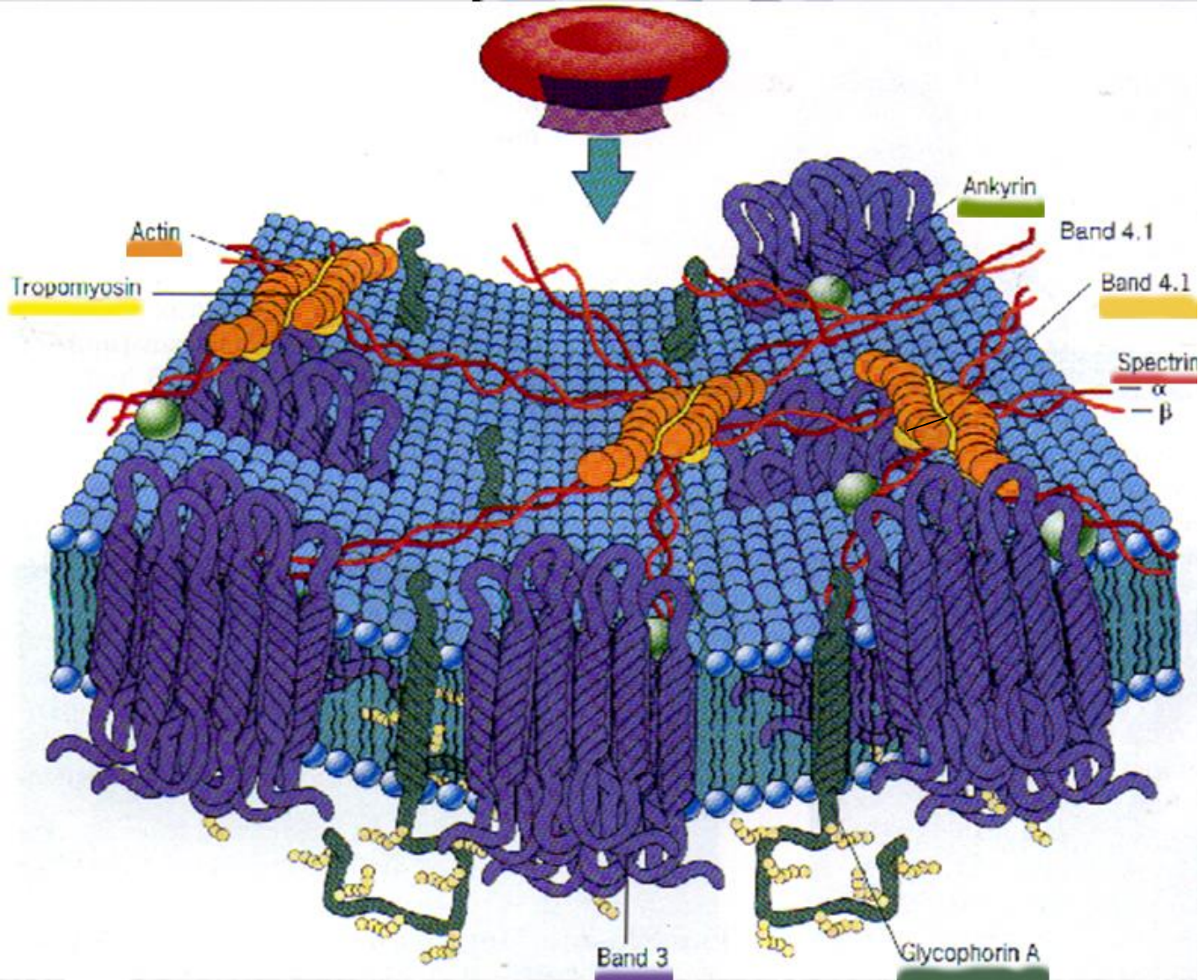
Membrana do eritrócito

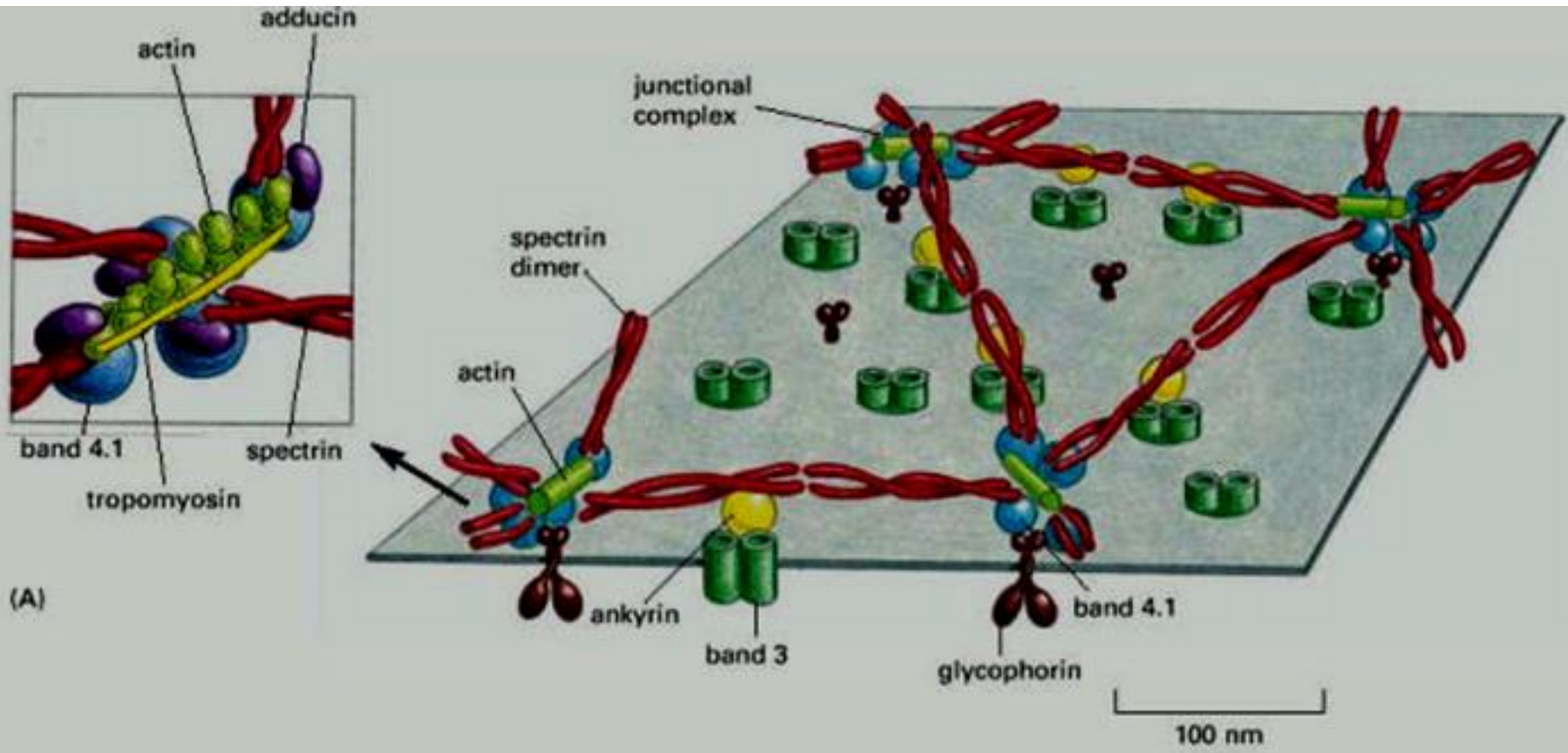
- Canais dependentes de energia
 - Bomba de Na^+ e K^+
 - Bomba de Ca^{2+}
 - Manutenção de níveis ideais de Ca^{2+} intracelular responsáveis pela manutenção da morfologia e flexibilidade “celular”

Membrana do eritrócito

- Citoesqueleto
 - Formado por espectrina, anquirina e actina
 - Responsáveis pela integridade e elasticidade da membrana
 - Alterações no esqueleto proteico podem ocasionar hemólise – esferocitose

A COMPOSIÇÃO DA MEMBRANA





(A)

Proteínas membranares

- 1. Espectrina (α e β):** Proteína mais abundante que forma um arcabouço (citoesqueleto) sendo responsável pela integridade e forma da membrana
- 2. Anquirina:** possui três domínios estruturais: domínio que se liga à espectrina, um segundo domínio que interage com a banda 3 e um domínio regulador que controla a função dos dois precedentes.

Proteínas membranares

- 3. Banda 4.1:** interage com a actina e auxilia na ligação da espectrina com a membrana
- 4. Glicoforina A :** responsável por 85% da carga negativa pela presença de ácido siálico, apresenta ag do grupo sanguíneo M e N e pode servir de receptor para *P.falciparum*
- 5. Banda 3:** Medeia as trocas de $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$, aumentando a capacidade sanguínea de transporte de CO_2 , garantindo a homeostase e o equilíbrio ácido-básico. Ancoram o sistema sanguíneo Diego



Conteúdo do eritrócito

- Enzimas
- Íons
- Glicose
- Água
- Hemoglobina

Metabolismo eritrocitário

- Via de Embden-Meyerhof
 - Degradação anaeróbia de 90% da glicose
- Shunt de hexosemonofosfato ou via das pentoses
 - Degradação de 5 a 10% da glicose

Metabolismo eritrocitário

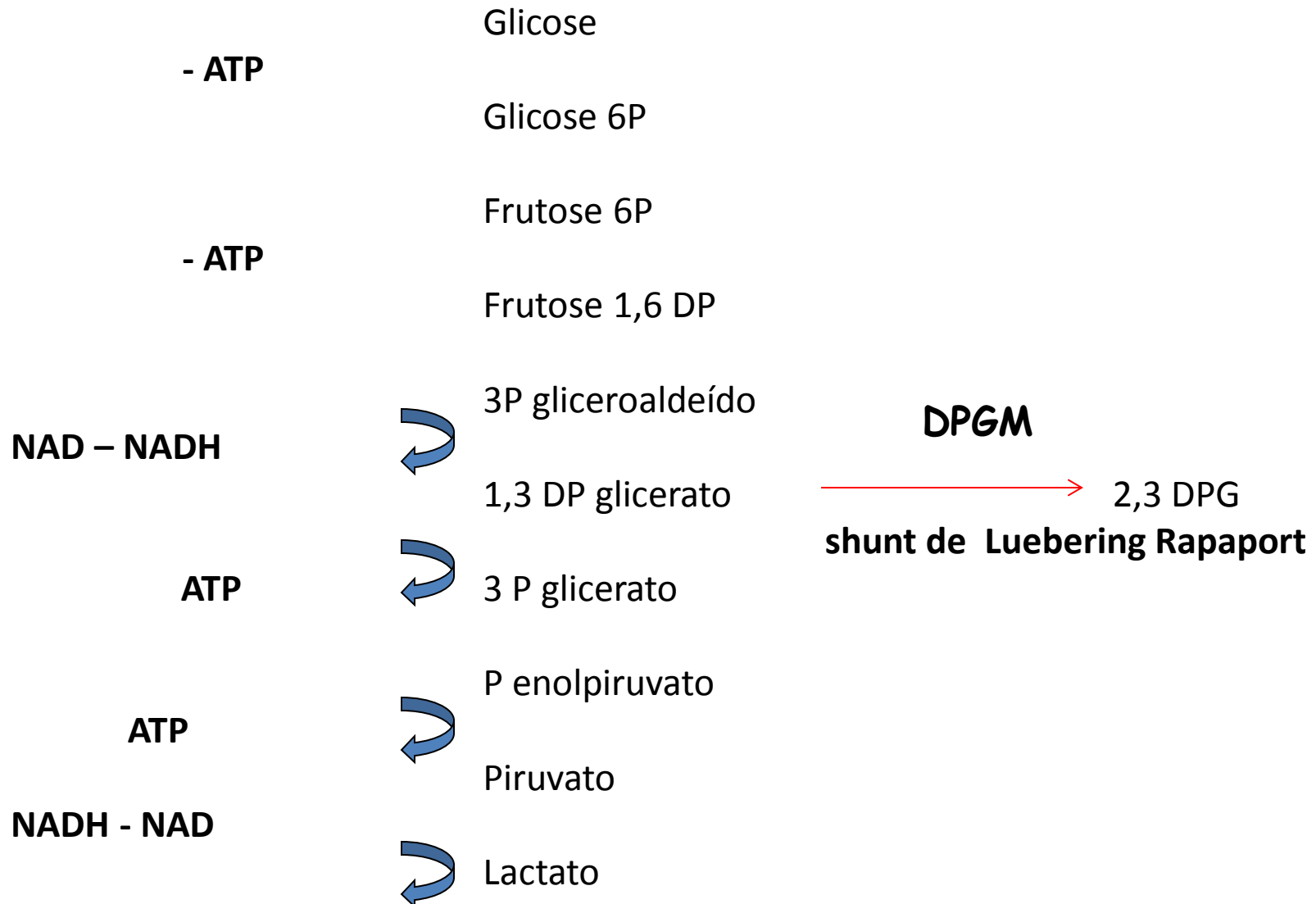
- Via de Luebering- Rapaport
 - Produção de 2,3 DPG
- Via da metahemoglobina redutase
 - Redução da metahemoglobina

Via de Embden-Meyerhof

(Via glicolítica anaeróbica)

- Tem como principal função a produção de ATP, NADH e lactato
- Produção de 1,3 DPG utilizado no shunt de Luebering Rapaport para produção de 2,3 DPG

Via de Embden-Meyerhof



Via de Embden-Meyerhof

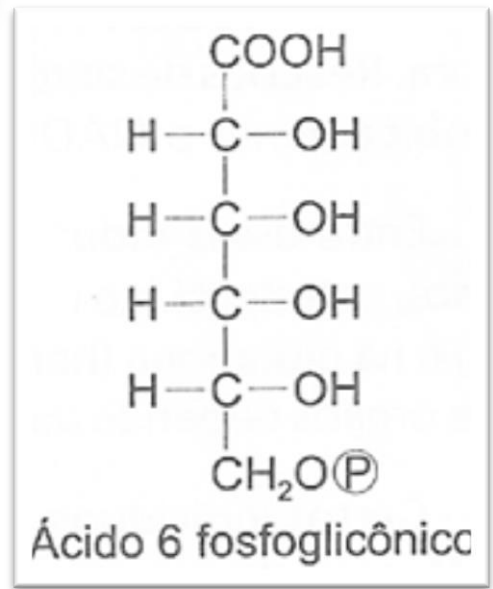
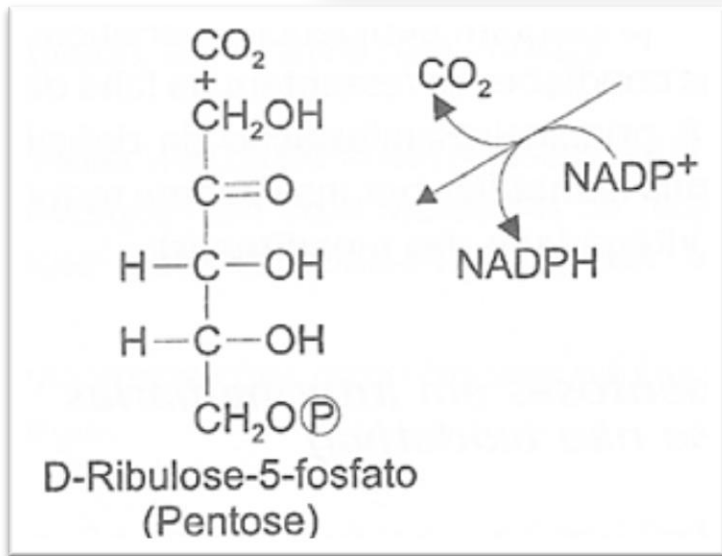
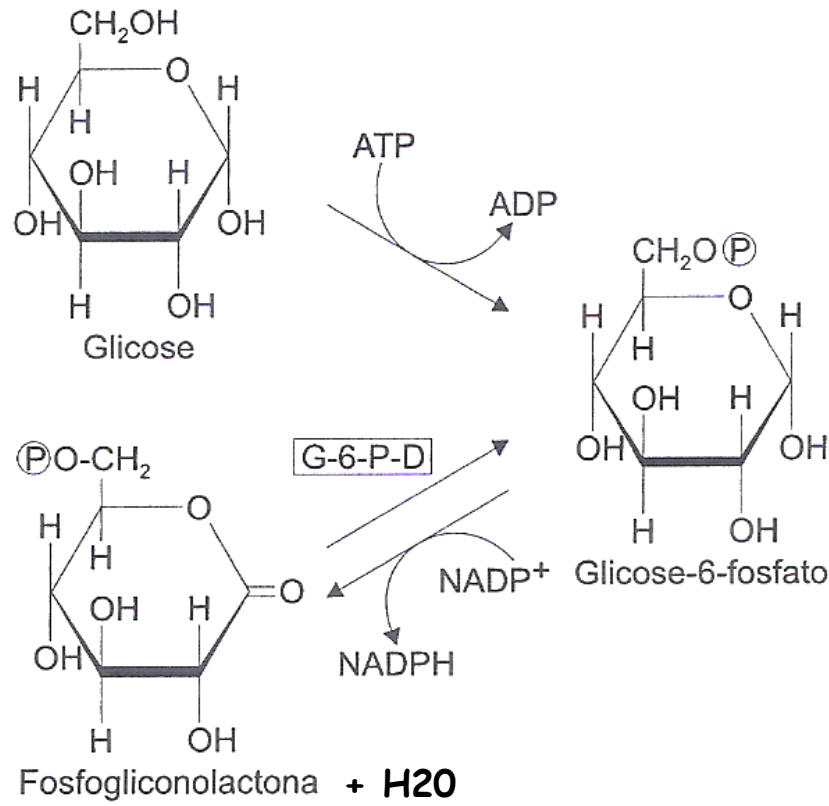
(Via glicolítica anaeróbica)

- ATP
 - Energia para funções metabólicas bem como funcionamento da bomba de Na^+ e K^+
- NADH
 - Coenzima da metahemoglobina redutase que reduz metahemoglobina inativa (Fe^{3+}) em hemoglobina ativa (Fe^{2+})

Shunt da hexosemonofosfato

(Via das Pentoses)

- Responsável pela produção de NADPH que em conjunto com a glutathiona, protege o eritrócito de lesão oxidativa.
 - Mantém glutathiona ox (GSSG) em estado reduzido (GSH)
- Não produz energia para o eritrócito



Shunt da hexosemonofosfato

(Via das Pentoses)

Glicose

Glicose 6 P

G6PD



NADP NADPH

6-fogliconolactona



NADP NADPH

Pentose - Ribulose

G6PD: enzima marca passo da via das pentoses importante para produção de NADPH

Shunt da hexosemonofosfato

(Via das Pentoses)

- NADPH

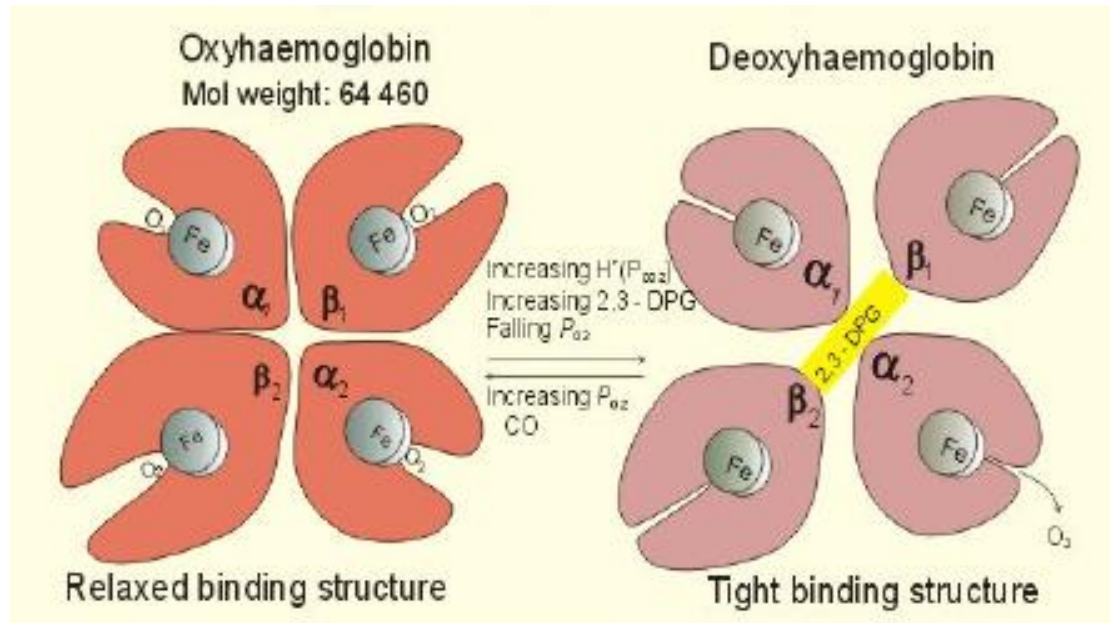
- Atua como coenzima da glutatona redutase que reduz glutatona permitindo sua combinação com substâncias oxidantes e impedindo desta forma a lesão oxidativa da hemoglobina e outros componentes celulares



Via de Luebering- Rapaport

- 2,3 DPG
 - Regula a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio
 - Promove a interação entre as cadeias beta
 - Presença da 2,3 DPG no interior da molécula facilita a liberação do oxigênio para os tecidos
 - Diminui a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio

Via de Luebering- Rapaport



Via de Luebering- Rapaport



Via de metahemoglobina redutase

- Pequena quantidade de hemoglobina é oxidada a metahemoglobina
- Alteração do Fe^{2+} para Fe^{3+}
- Ação da metahemoglobina redutase para redução da metahemoglobina

Alterações morfológicas dos eritrócitos

- Podem ser observadas em esfregaços sanguíneos
- Relacionadas a defeitos de membranas, hemoglobina ou fatores hematopoéticos

Alterações morfológicas dos eritrócitos

- Quanto a:
 - Forma - poiquilocitose
 - Tamanho - anisocitose
 - Cor - anisocromia

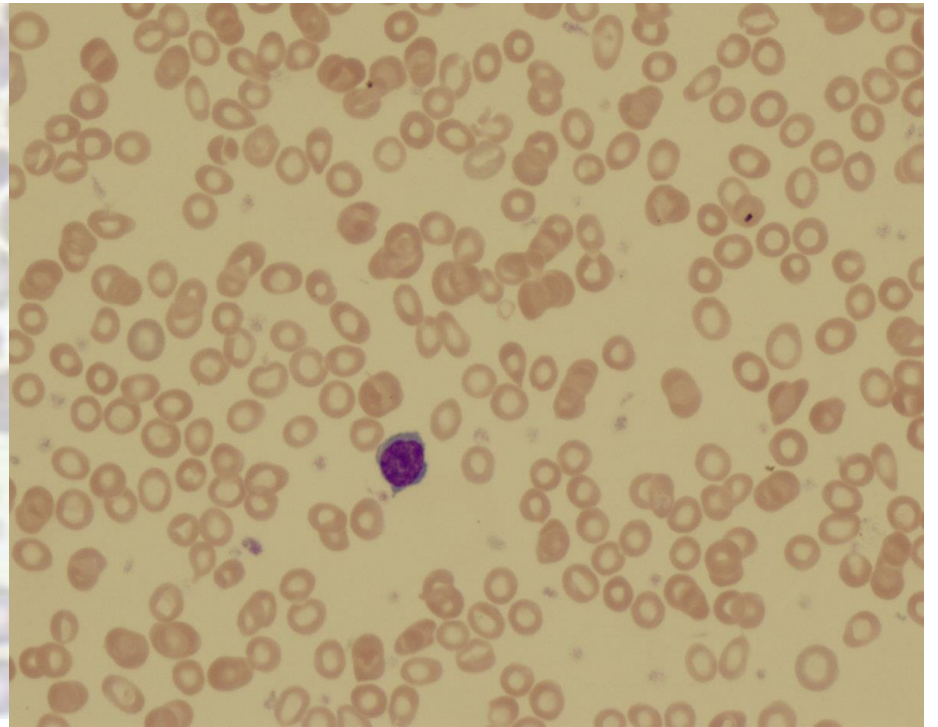
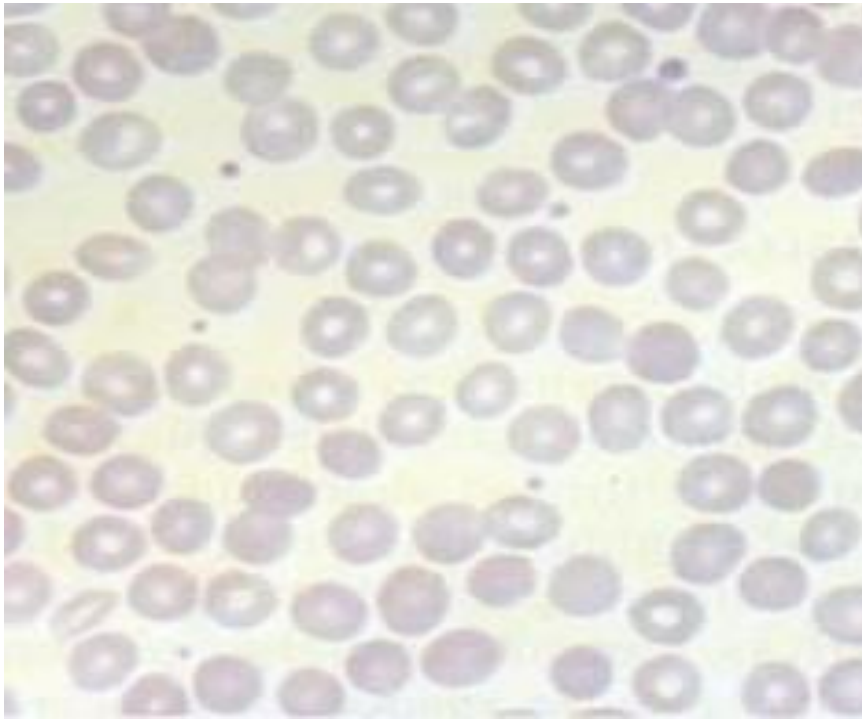
Anisocromia

- Indica a variedade no grau de hemoglobinizacão
- Presença de eritrócitos hipocrômicos e normocrômicos no mesmo esfregaço

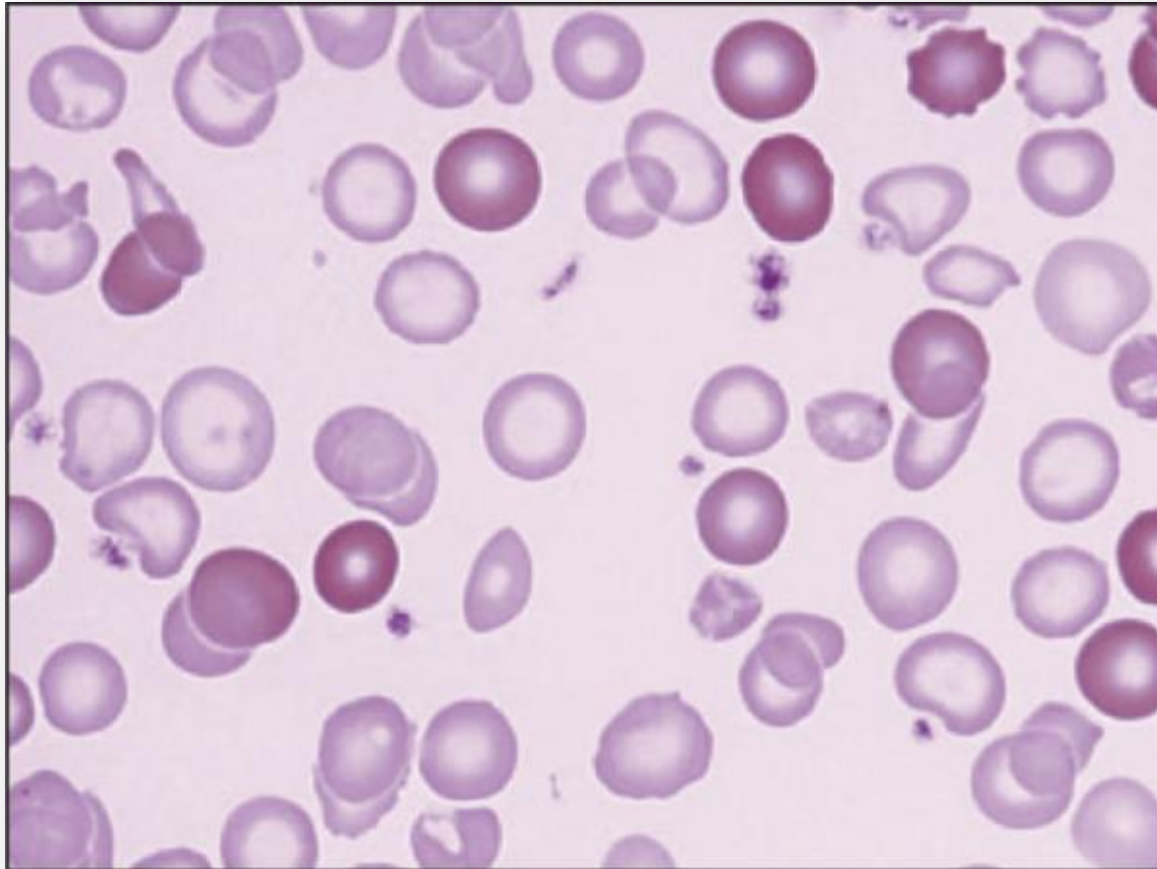
Hipocromia

- Eritrócitos pouco corados
- Halo central maior e mais claro
- Presente na anemia ferropriva e talassemia
- Pode ser avaliada pelo HCM e CHCM

Hipocromia



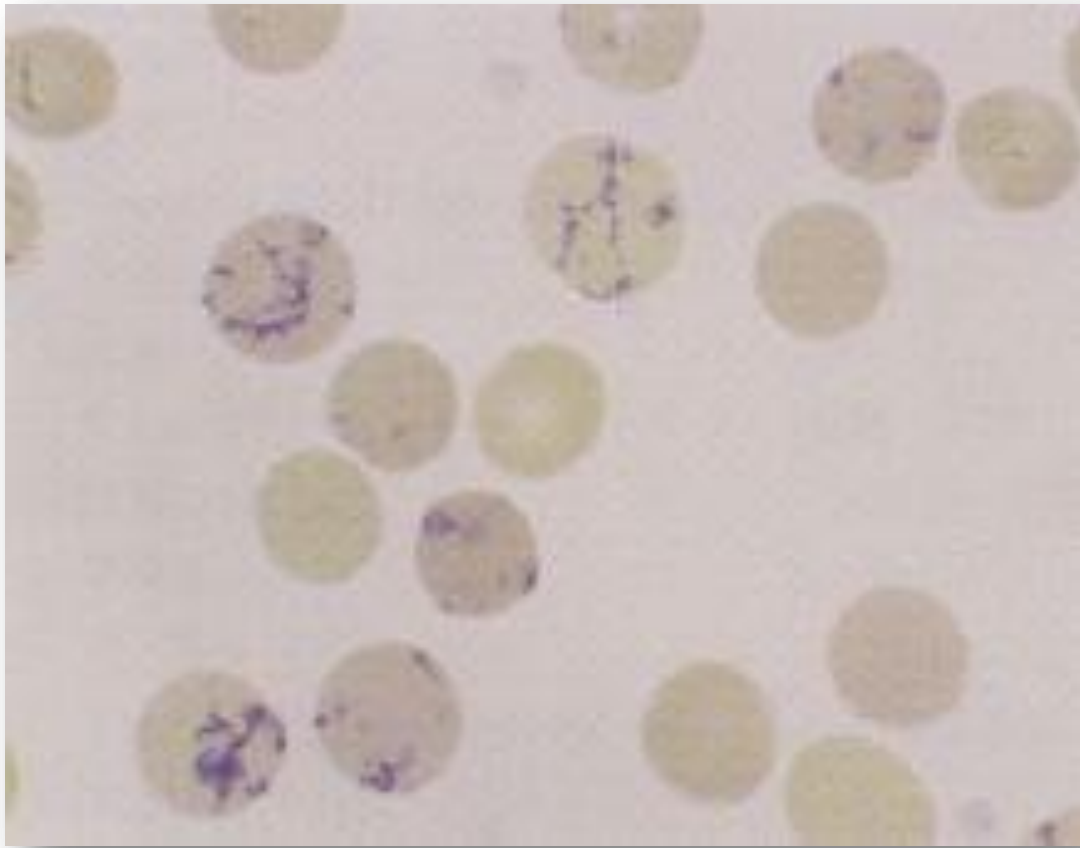
Hipocromia



Policromasia / policromatofilia

- G.V com coloração azul acinzentada
- Afinidade por corantes ácidos e básicos
- Eritrócitos policromáticos são maiores e não apresentam o halo central
- Correspondem aos reticulócitos

Policromasia



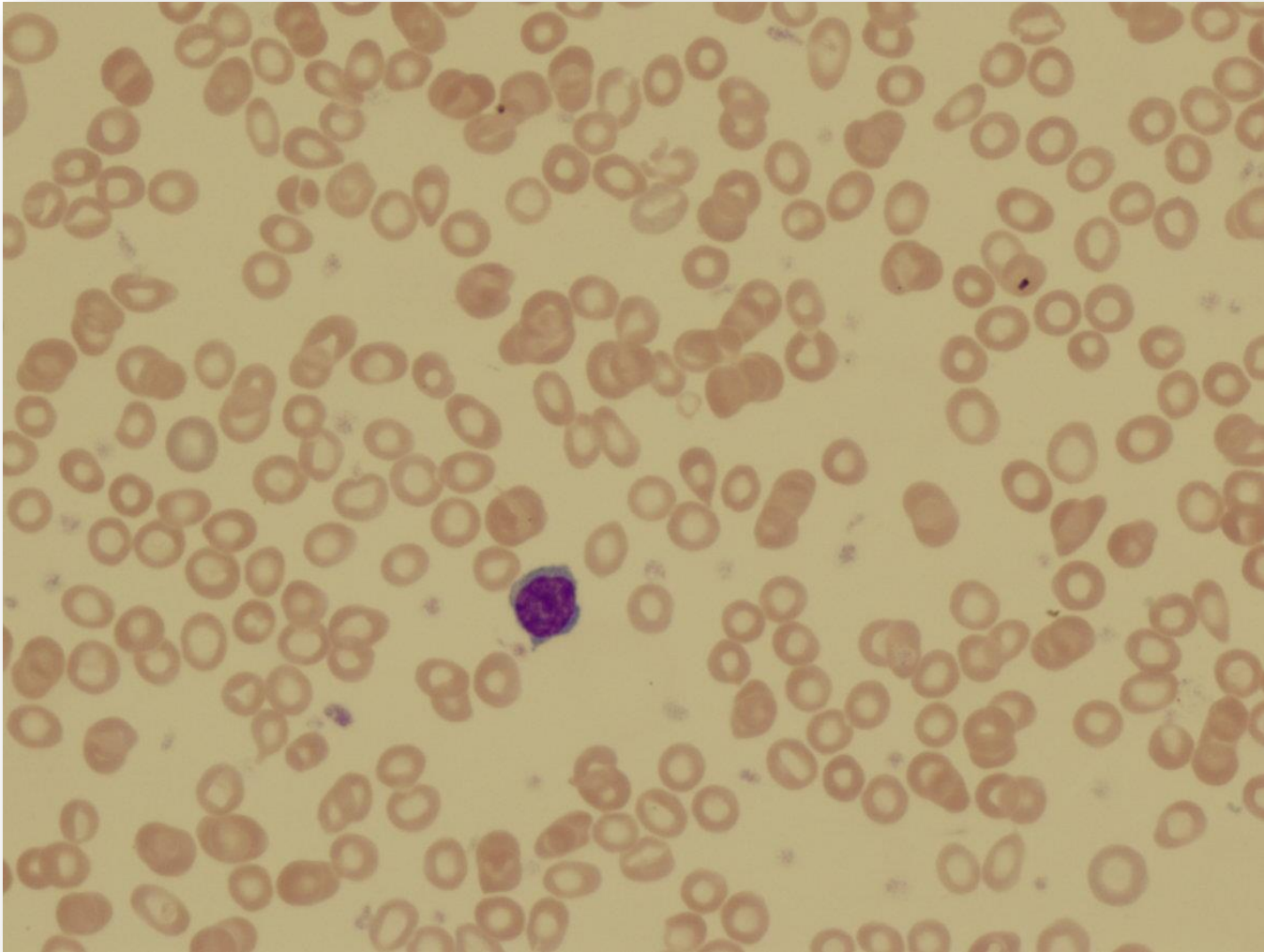
Anisocitose

- Variação no tamanho dos eritrócitos apresentando microcitose e macrocitose
 - Alterações no VCM → relacionadas a macro e microcitose.
 - Automação → índice RDW (Red Cell Distribution Width) → variação do tamanho das hemácias

Anisocitose

- Microcitose:
 - Eritrócitos com diâmetro inferior a 7 μm (núcleo dos linfócitos com aproximadamente 8 μm)
 - Observada em talassemias, anemias ferroprivas, mielodisplasias e envenenamento por metais pesados.

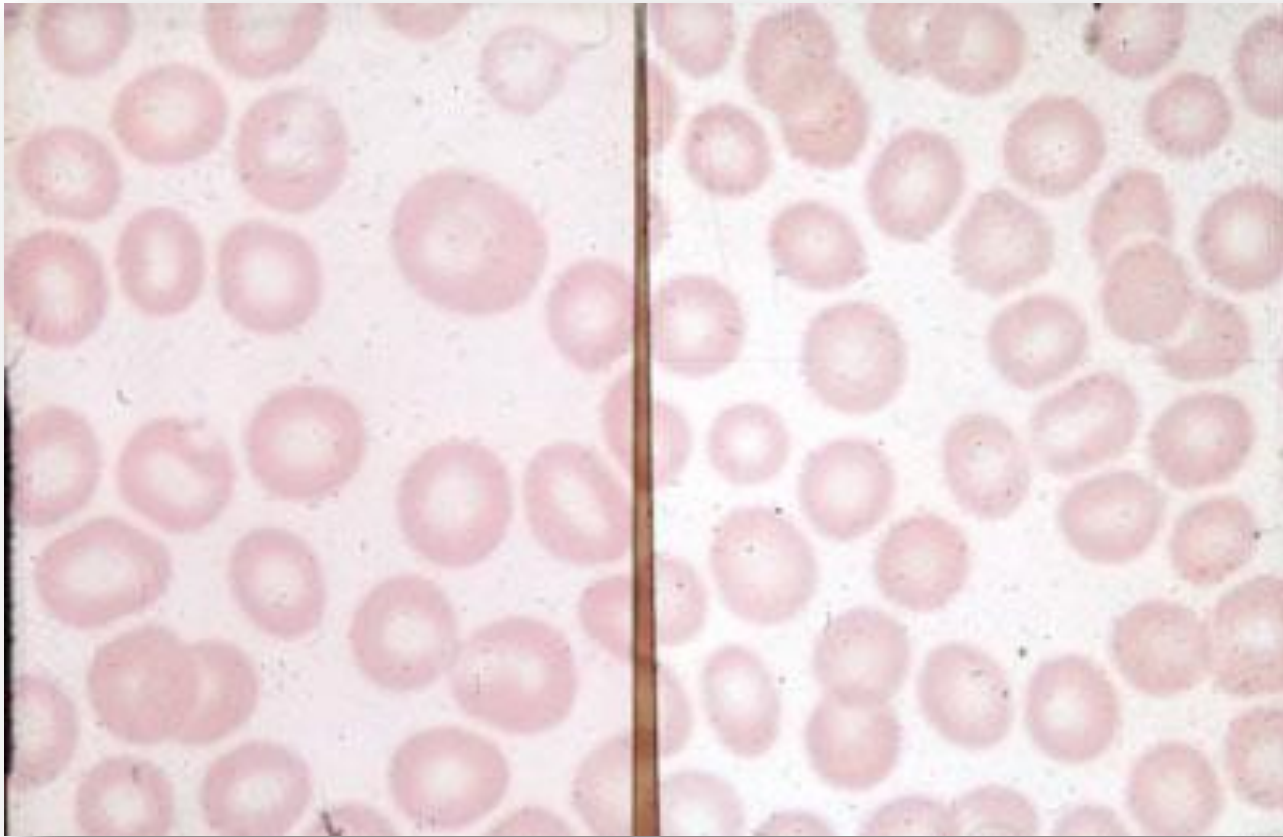
Microcitose e hipocromia



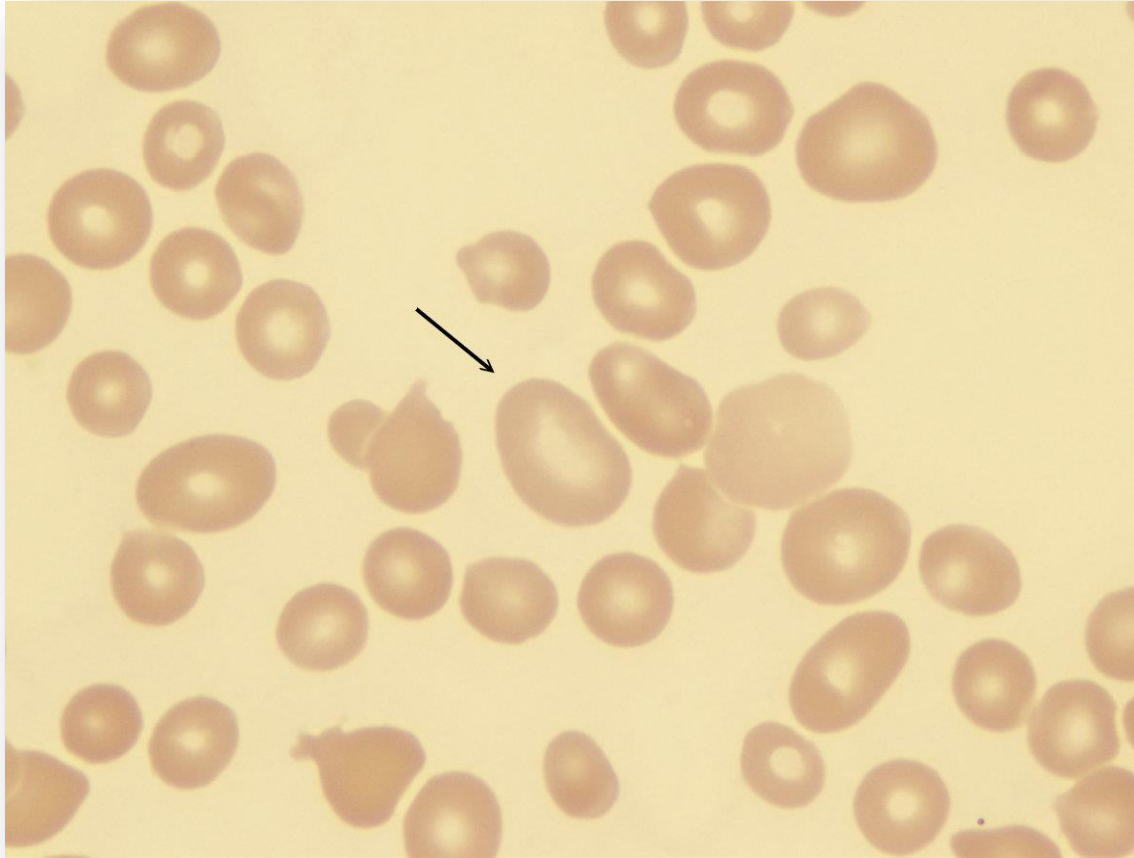
Anisocitose

- Macrocitose
 - Eritrócitos com diâmetro maior que 8 μm , redondos ou ovais com ausência de halo central.
 - Podem estar relacionadas a reticulocitose, anemias megaloblásticas e ao uso de drogas que interferem na síntese de DNA (quimioterapia).

Macro x Normo



Macrocytose



Poiquilocitose

- Termo utilizado para indicar aumento do número de eritrócitos com a forma anormal.
- Fundamental para vários diagnósticos

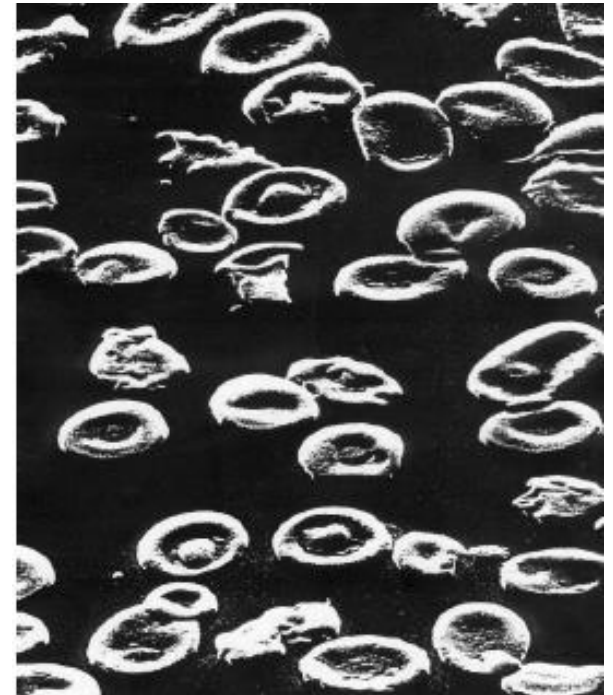
Tipos de poiquilocitose

- Leptócitos ou células em alvo
- Esferócitos
- Eliptócitos ou ovalócitos
- Acantócitos
- Drepanócitos ou céls em foice
- Equinócitos ou eritrócitos crenados
- Esquizócitos

Leptócitos ou células em alvo

- Caracterizados por um ponto corado no centro do eritrócito envolvido por halo mais claro;
- Caracterizadas por:
 - excesso de colesterol na sua membrana
 - perda do conteúdo citoplasmático

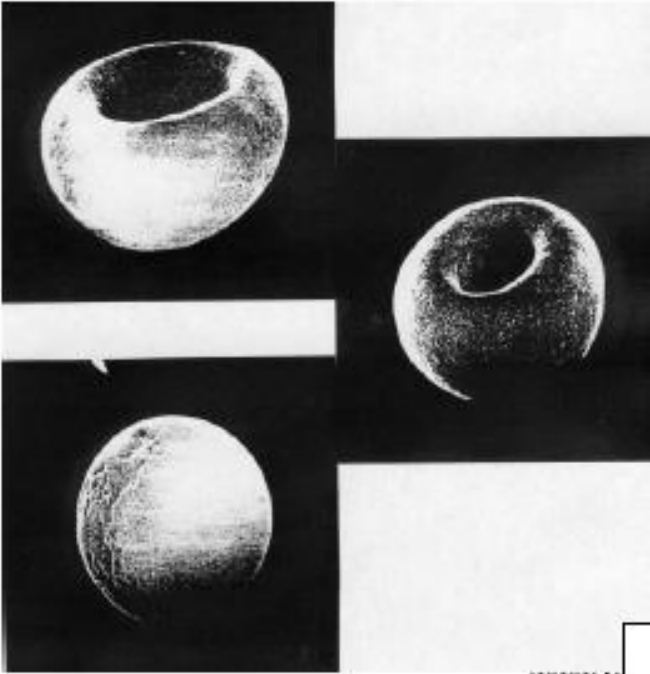
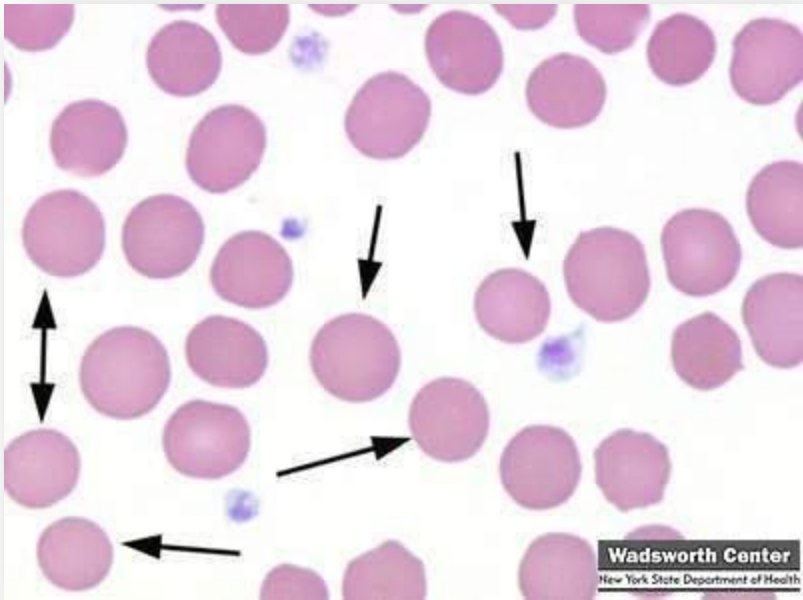
Leptócito



Esferócitos

- Apresentam diâmetro reduzido devido a perda ou lesão da membrana
- Esféricos com ausência de halo central.
- Observados na esferocitose hereditária, anemias hemolíticas auto-imune, doença hemolítica do recém nascido e deficiência de piruvatoquinase

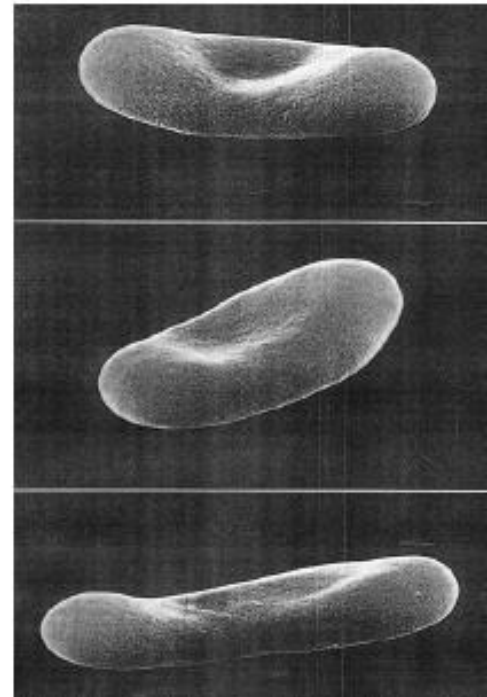
Esferócito



Eliptocitose e Ovalócitos

- São eritrócitos de formato oval, e em grande quantidade podem indicar alterações hereditárias do citoesqueleto (eliptocitose hereditária)

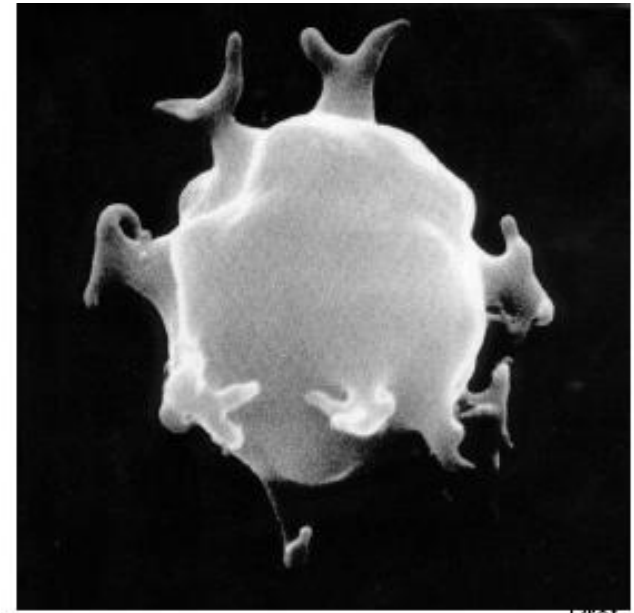
Eliptócito



Acantócito

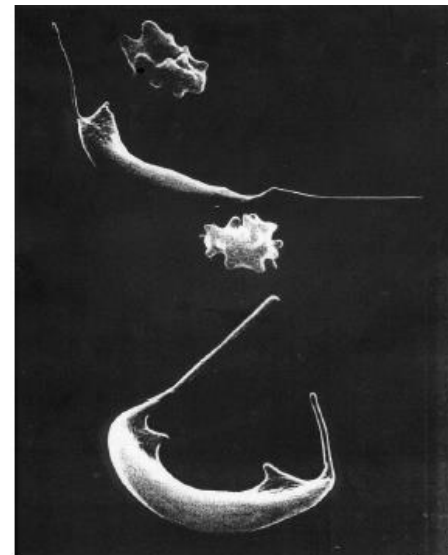
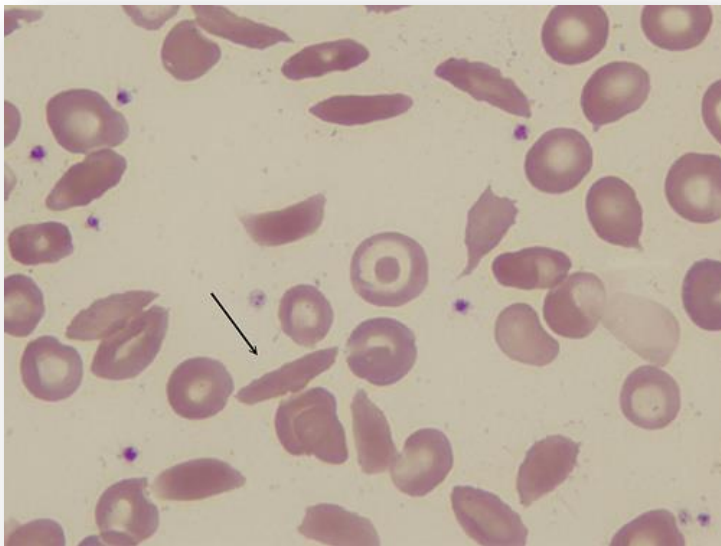
- Caracterizam-se pela presença de 2 a 20 espículos ao redor dos eritrócitos
- Presente na abetalipoproteinemia hereditária
- Indivíduos com fenótipo McLeod
- Anemias de doenças hepáticas
- Mielodisplasias
- Deficiência de vitamina E

Acantócito



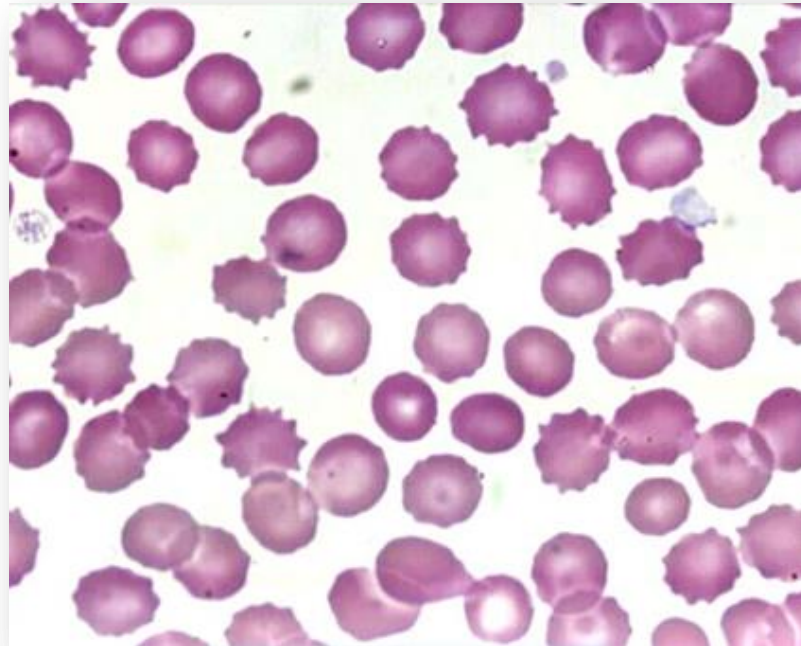
Drepanócitos ou células em foice

- Eritrócitos alongados com forma semelhante a foice.
- Resultado da cristalização de hemoglobinas anormais - HbS
- Característica da anemia falciforme



Equinócito

- Presença de espículos ao redor do eritrócito
- Artefatos de técnica e estocagem de sangue, def. ATP, > conteúdo Ca intracelular, insuficiência renal e hepática e queimaduras graves

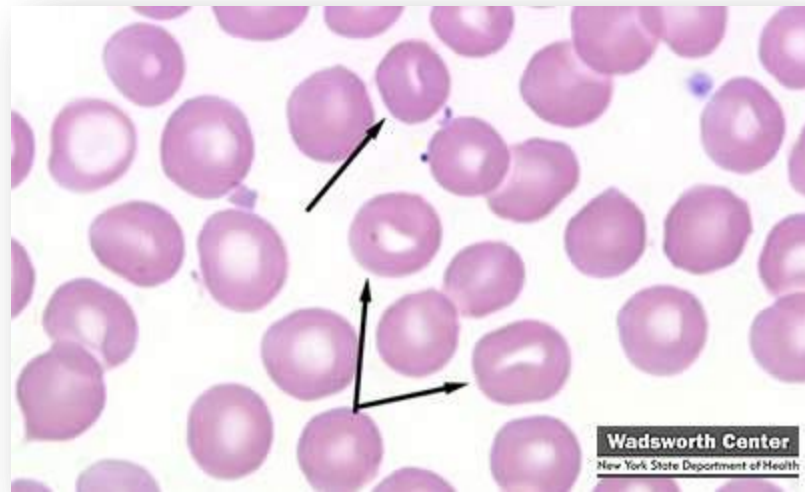
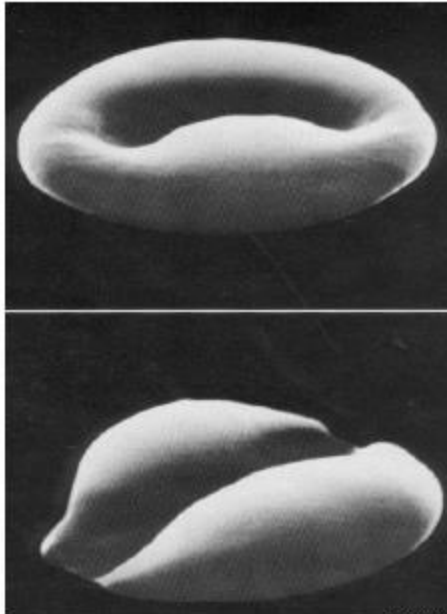


Esquizócito

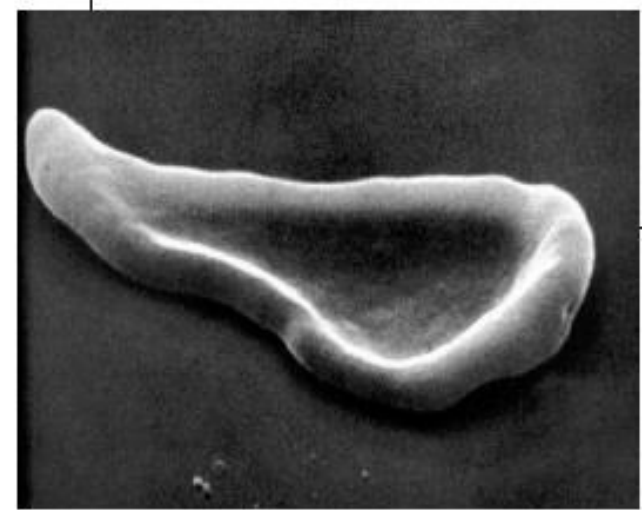
- Fragmentos celulares
- Anemia hemolítica de causa mecânica e piropoiquilocitose hereditária



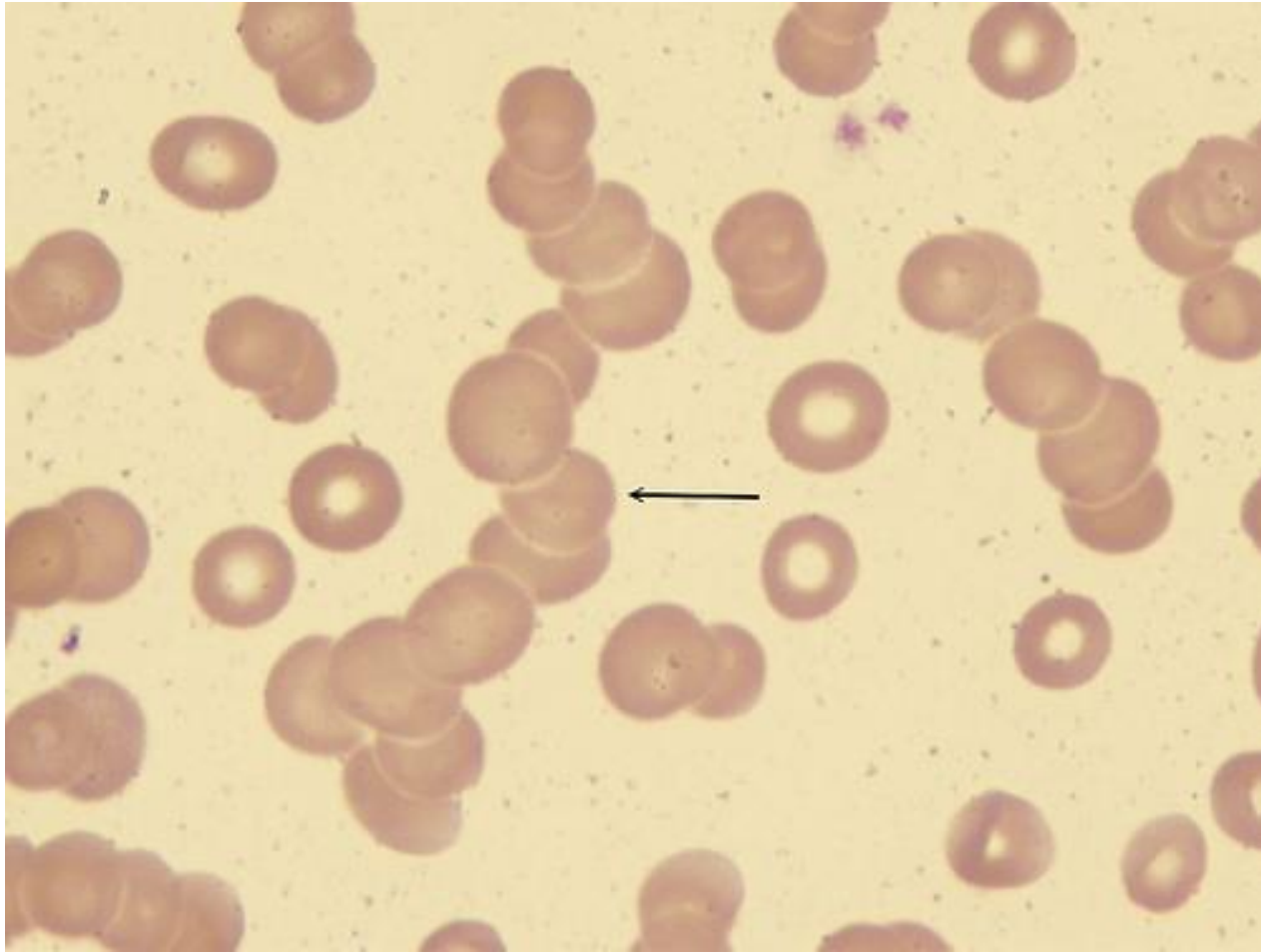
Estomatócito



Dacriócito



Rouleaux



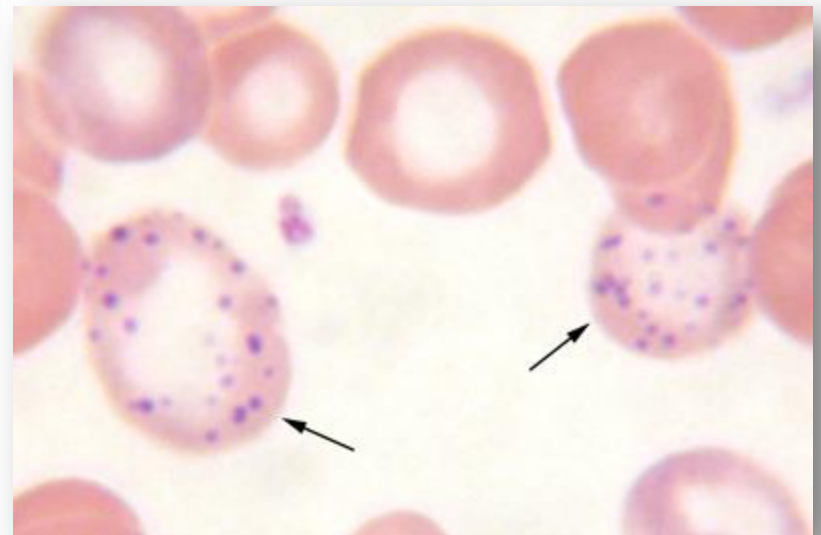
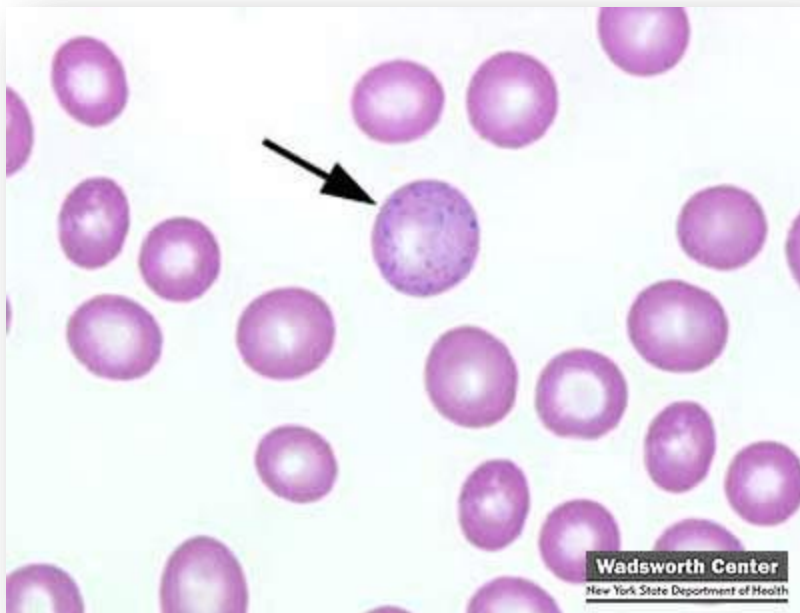
Variação na estrutura dos Eritrócitos (inclusões)

- Pontilhado basófilo
- Corpúsculos de Howell- Jolly
- Siderócitos ou Corpos de Pappenheimer
- Corpúsculos de Heinz

Pontilhado basófilo

- Agregado de ribossomos (RNA) que formam pequenas inclusões de coloração azul dispersas no citoplasma.
- Presente na talassemia, anemia megaloblástica, intoxicação por metais pesados (chumbo e mercúrio) e deficiência enzimática da 5-nucleotidase.
- Não analisado na presença de edta.

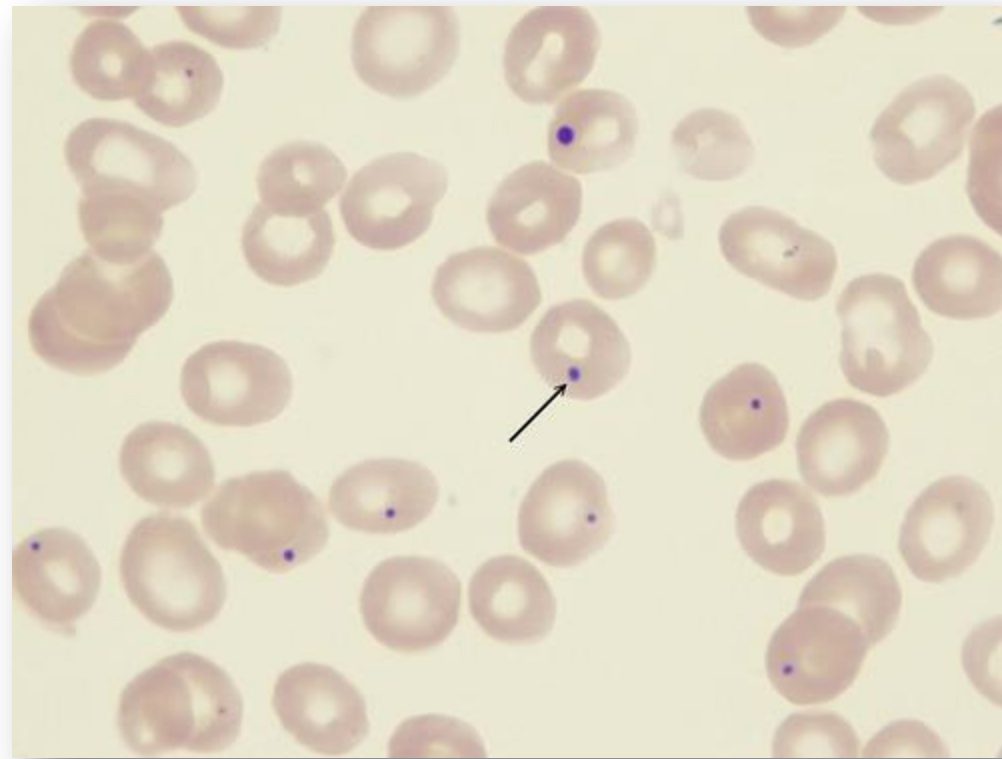
Pontilhado basófilo



Corpúsculos de Howell-Jolly

- São partículas remanescentes de cromatina nuclear (DNA), resultado de um defeito na reprodução celular
- Visualizados na forma de um ou mais pontos de coloração azul, normalmente no citoplasma celular
- Presentes na anemia megaloblástica e em estado hipoesplênico
- Quando circulares: “Aneis de Cabot”

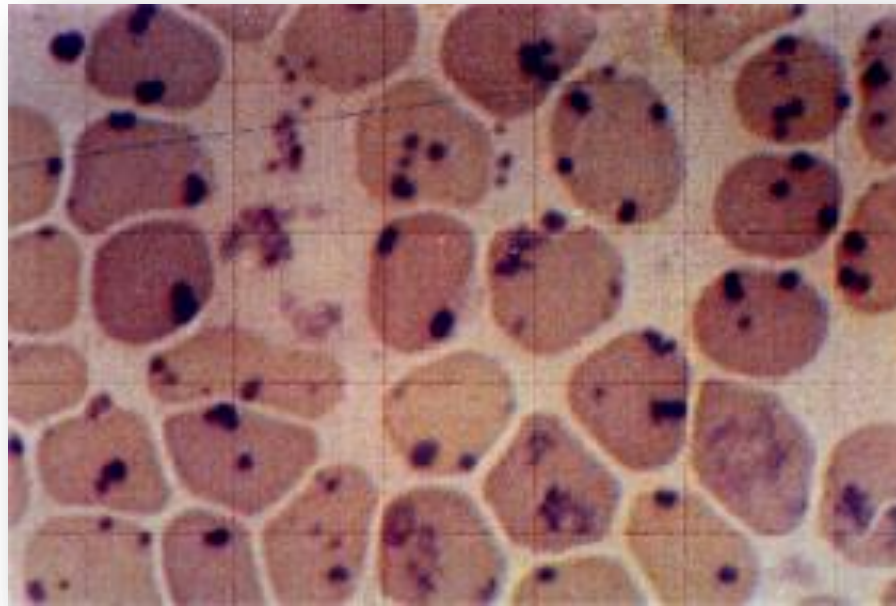
Corpúsculos de Howell-Jolly



Corpúsculos de Heinz

- Precipitação da hemoglobina desnaturada que se cora de azul na periferia da hemácia.
- Ocorre em função de alterações no sistema redutor eritrocitário
- Observadas em coloração especial (cristal violeta ou azul de cresil brilhante)
- Presente nas talassemias e nas patologias de deficiência de G6PD

Corpúsculos de Heinz

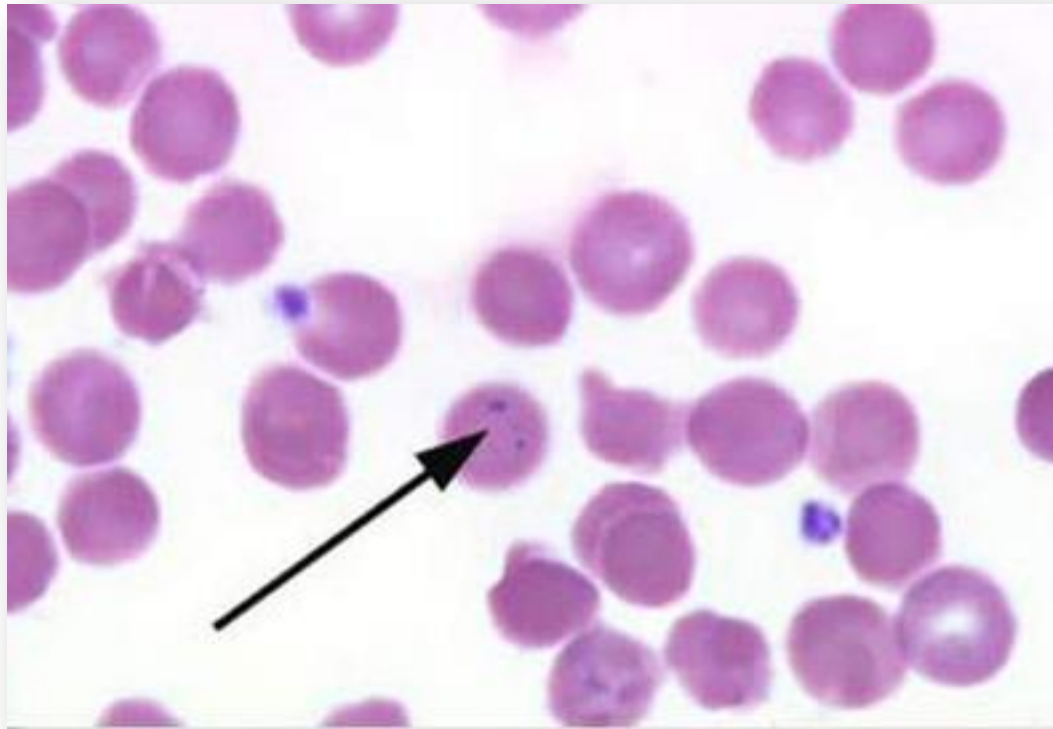


Corpos de Pappenheimer

(Siderócitos)

- São eritrócitos que possuem no seu interior agregados de ferritina, localizados próximos a membrana
- Apresentam coloração púrpura (coloração de Perls) e são observados na talassemia e após esplenectomia.

Siderócitos





FIM

Iuhuuuuu...